

IV. Рассмотрим теперь системы (2) класса Ω_1 . При выполнении условий (3) существует матрица P , составленная из ровно r_0 линейно независимых вектор-столбцов матриц B, C такая, что $\text{rank} P = r_0$. Тогда существуют однозначно определяемые вещественные $(r_0 \times r)$ -матрицы M, N такие, что имеют место представления

$$B = PM, C = PN, \quad (4)$$

и при этом в силу свойства (3.2) номера столбцов и матрице P не совпадают: $i_\mu \neq j_\nu$, $\forall \mu \in \{1, \dots, p\}, \forall \nu \in \{1, \dots, q\}$, и $\text{rank}[M, N] = r_0$. Отберем в матрицу P максимальное число P линейно независимых столбцов из матрицы B и добавим в нее остальные линейно независимые с ними столбцы из матрицы C : $P = [b^{i_1}, \dots, b^{i_p}, c^{j_1}, \dots, c^{j_q}]$, $p + q = r_0$ (индекс вверху означает номер столбца). Система (2) класса Ω_1 в силу (4) имеет вид

$$\dot{x} = Ax + P \left(Mu + N \int_0^t u(s) ds \right) \quad (5)$$

Теорема 4. Система (5) класса Ω_1 вполне управляема тогда только тогда, когда для матрицы Q выполняется условие

$$\text{rank} Q = n, \text{ где } Q \equiv [P, AP, \dots, A^{n-1}P].$$

Заключение. В данной работе получены условия полной управляемости для линейных стационарных систем ОДУ, которые линейны по состоянию и по управляющему воздействию. Управляемость изучена при наличии нового комбинированного управляющего воздействия в виде суммы функции управления и интеграла от этой функции управления. Все множество исследуемых дифференциальных систем разбито на четыре класса, в каждом из которых доказан критерий наличия свойства полной управляемости. Для каждого класса критерий носит ранговый характер от некоторой матрицы, построенной по известным матрицам исследуемых систем. Результаты работы являются новыми и носят фундаментальный характер.

Список литературы

1. Ройтенберг, Я.Н. Автоматическое управление / Я.Н. Ройтенберг. – М.: Наука. 1971. – 395 с.
2. Калман Р. Очерки по математической теории систем. / Р. Калман, П. Фалб, М. Арбиб. – М.: Наука. 1971. – 626 с.
3. Габасов Р. Качественная теория оптимальных процессов / Р. Габасов, Ф.М. Кириллова. – М.: Наука. 1971. – 508 с.
4. Ли Э. Основы теории оптимального управления / Э. Ли, Л. Маркус. – М.: Наука. 1972. – 534 с.
5. Шкляр, Б.Ш. Об управляемости в классах простейших функций / Б.Ш. Шкляр // Вестник БГУ. Сер. 1. – 1972. – № 1. – С. 91–93.
6. Астровский, А.И. Наблюдаемость нестационарных линейных систем / А.И. Астровский. – Минск: Изд-во ИМ АНБ. Препринт № 8(40). – 1978. – 24 с.

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ВИДЕОСИГНАЛА В ПРОЕКЦИОННЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ИНДИКАЦИИ

Д.В. Чистобаев¹, Е.А. Краснобаев²

¹Витебск, ОАО «Конструкторское бюро «Дисплей»»;

²Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

В современной технике растет количество визуальной информации предназначенной для восприятия и анализа оператором. Одним из способов её отображения является проекционный. Проекционный способ наиболее актуален для отображения информации необходимой для управления транспортными средствами и объектами, в которых требуется одновременное наблюдение за внешней обстановкой и информацией с различных приборов.

Примером таких систем может служить индикатор на лобовом стекле и нашлемная система индикации. Такие индикаторы проецирует изображение на прозрачный экран, находящийся перед глазами пилота или оператора. Так как экран прозрачен можно

одновременно наблюдать внешнюю обстановку и индицируемую информацию. Изображение коллимируется в бесконечность, тем самым исключается необходимость аккомодации глаз.

Создаваемое микродисплеем изображение мало вследствие их малых геометрических размеров. Для проекционных систем и окологлазных дисплеев используются различные оптические схемы, позволяющие получать увеличенное изображение.

Основными узлами формирования проекционного изображения являются система подсветки, оптическая система и отражающий или просветный модулятор источника света. Наиболее перспективными на сегодняшний день являются модуляторы выполненные по технологии LCoS (Liquid Crystal on Silicon – жидкие кристаллы на кремнии). В микродисплеях LCoS возникает необходимость в обработке видеосигнала и подготовке его для отображения в проекционной системе. Также требуется специальное управление подсветкой в такт с выводимой частью кадра изображения.

Цель исследования – изучение методов получения проекционных изображений и их техническая реализация на LCoS-микродисплеях.

Материал и методы. Изучение технической документации на LCoS-микродисплеи. Использование при разработке видеоконтроллера для микродисплея методов цифровой обработки сигналов. Моделирование и тестирование предлагаемых методов проводилась с использованием программного пакета Xilinx Web Pack.

Результаты и их обсуждение. Управление LCoS-микродисплеем реализуется на ПЛИС (Программируемая логическая интегральная микросхема). На ПЛИС реализуется алгоритм захвата видеосигнала стандарта DVI/HDMI, алгоритм буферизации кадра в оперативной памяти DDR, алгоритм формирования сигнала управления драйвера подсветки.

LCoS-микродисплеи используют временной метод синтеза изображения с оттенками серого. Это предполагает быстрое переключения каждого пикселя между светлыми и темными градациями. Промежуточные градации удаётся получить временным методом за счёт разной ширины подсвечивающих импульсов для каждого бита изображения.

Пример использования временного метода синтеза изображения показан на рисунке 1. Система позволяет получить 16 уровней серого от черного до белого. Пример может быть легко изменен до 8-бит, стандартное значение, которое используются в стандарте DVI/HDMI.

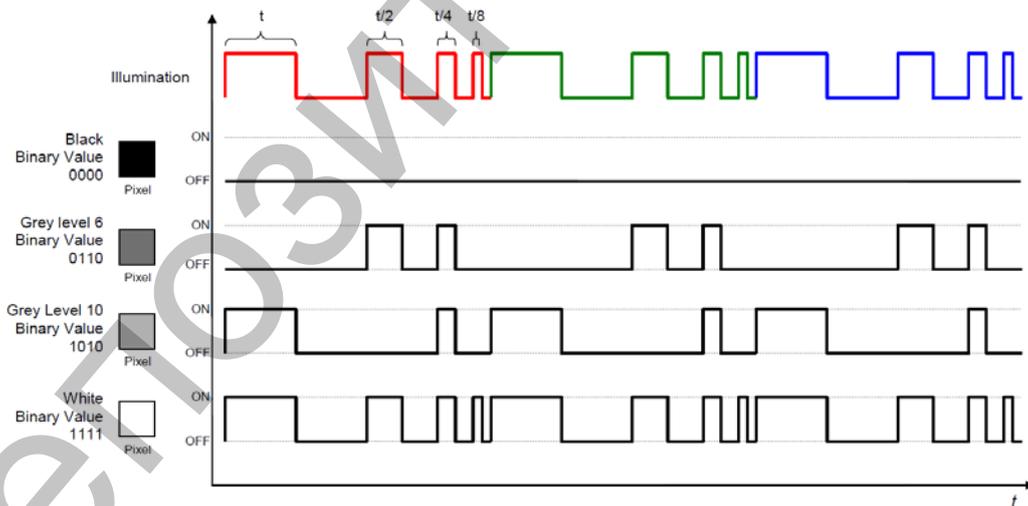


Рисунок 1 – Пример использование временного метода синтеза изображения с оттенками серого.

Каждый цвет подсвечивается импульсным источником света. 4-битный пиксель разделен на четыре 1-битных двоичных значения, которые отображаются импульсами различной ширины в соответствии с их массой в соответствующем временном интервале освещенности.

LCoS-микродисплей отображает положительные и отрицательные компоненты данных изображения для каждого цвета, только положительная часть требует подсвета. Функция формирования оттенков серого является линейной. Экран микродисплея подсвечивается при достижении всеми пикселями устойчивого значения (1 или 0).

Заключение. Таким образом, LCoS-микродисплеи на настоящем уровне своего технологического развития имеют характеристики, которые превосходят аналогичные характеристики микродисплеев, основанных на технологиях DLP. Основное преимущество LCoS-микродисплея состоит в высоком коэффициенте полезной площади модулятора, который достигает 93% и более. Благодаря этому проекционная техника, в которой используются LCoS-модуляторы, воспроизводит на экране гладкое, лишённое заметной сетки изображение. Преимуществом LCoS-технологии является возможность создания на ее основе устройств с высоким разрешением.

Для реализации управления микродисплеем и подсветом используется алгоритм преобразования и обработки видеосигнала для формирования градаций серого изображения и смешивания цветов RGB.

Список литературы

1. Сайт фирмы Forth Dimension Displays [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.forthdd.com/> – Дата доступа: 04.02.2015. Получение документации и образцов микродисплеев.
2. Кучерявый, А.А. Бортовые информационные системы: курс лекций / Под ред. В.А. Мишина и Г.И. Клюева. – 2-е изд. перераб. и доп. – Ульяновск: УлГТУ, 2004. – 504 с.
3. Самарин, А. ЖК-микродисплеи, использующие технологию LCoS // Электронные компоненты. – 2005. – № 3–4.
4. Самарин, А. LCoS микродисплеи и их применение // Компоненты и технологии. – 2008. – № 8.

ПРОИЗВОДНЫЕ МАРШО-АДАМАРА ДРОБНОГО ПОРЯДКА

*С.А. Шлапаков
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

В работе объектом исследования являются дробные производные Римана–Лиувилля [1], которые на числовой оси можно привести к другому виду, который оказывается более удобным на оси по сравнению с классическим. Эту форму представления называют дробной производной Маршо [1]. Её можно построить и на полуоси. Естественным видится построить аналогичную конструкцию и для дробной производной Адамара [2],[3]. Настоящая работа этому и посвящена.

Цель данного исследования состоит в получении представления производной Маршо–Адамара дробного порядка α ($0 < \alpha < 1$) и её простейших свойств.

Материал и методы. Материалом исследования является дробная производная Маршо. В работе используются методы дифференциального и интегрального исчисления, а также методы функционального анализа.

Результаты и их обсуждение. Дробная производная по Адамару, вводимая подобно дробной производной Римана–Лиувилля [2], имеет в случае $0 < \alpha < 1$ вид

$$(D_{0+}^{\alpha} f)(x) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} x \frac{d}{dx} \int_0^x \left(\ln \frac{x}{t} \right)^{-\alpha} f(t) \frac{dt}{t}, \quad x > 0, \quad (1)$$

$$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} x^{z-1} e^{-x} dx$$

где $\Gamma(z)$ – гамма-функция.

Пусть функция $f(x)$ является непрерывно дифференцируемой и убывает в нуле вместе с производной $f'(x)$ не медленнее чем $|\ln x|^{\alpha-1-\varepsilon}$, $\varepsilon > 0$. В (1) произведем замену $\ln \frac{x}{t} = u$ и с учетом формулы Дирихле (частный случай теоремы Фубини, позволяющей менять порядок интегрирования в повторных интегралах) [1] будем иметь: